

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-196779

(43)Date of publication of application : 15.07.1994

(51)Int.Cl.

H01S 3/094  
G02F 1/37  
G11B 7/125  
H01S 3/108  
H01S 3/109  
H01S 3/133

(21)Application number : 04-343921

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 24.12.1992

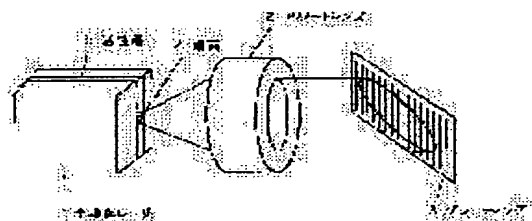
(72)Inventor : KITAOKA YASUO  
YAMAMOTO KAZUHISA  
MIZUUCHI KIMINORI  
KATO MAKOTO

## (54) LIGHT GENERATOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To output a higher-harmonic wave very efficiently and stably by comprising a longitudinal mod of the combination of a multi-mode high output semiconductor laser and a grating.

**CONSTITUTION:** A longitudinal spectrum comprises a multi-mode semiconductor laser 1 and a feed back grating 3 which has 1400-2000 channels per mm. Laser light emitted from an end face 4 of the semiconductor laser 1 is collimated by means of a collimator lens 2 and only the lights having a specific wave length are collected on the end face 4 of the semiconductor laser due to a wavelength dispersion effect of the grating 3 and those lights are fed back to an active layer 5 and then a wave length of the semiconductor laser is stabilized. Also, the longitudinal mode spectrum can be narrower, so green or blue higher-harmonic wave light can be obtained stably and very efficiently.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 05.06.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-196779

(43) 公開日 平成6年 (1994) 7月15日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 S 3/094				
G 0 2 F 1/37		9316-2K		
G 1 1 B 7/125	A	7247-5D		
H 0 1 S 3/108		8934-4M		
		8934-4M		
			H 0 1 S 3/094	S
審査請求 未請求 請求項の数 4 (全 6 頁) 最終頁に続く				

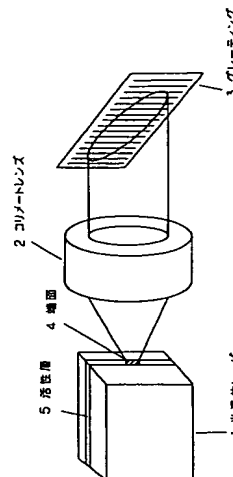
(21) 出願番号	特願平4-343921	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成4年 (1992) 12月24日	(72) 発明者	北岡 康夫 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	山本 和久 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(72) 発明者	水内 公典 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 小鍛冶 明 (外2名) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光発生装置

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 光ディスクの高密度記録や画像処理等で要求されている小型且つ安定で高効率な短波長光源を提供する。

【構成】 マルチモード半導体レーザー1とグレーティング3を組み合わせることで、安定で高効率な短波長光や固体レーザーが実現される。



EP04-039-0000-HP
04.9.07
SEARCH REPORT

## 1.

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】縦モードスペクトルがマルチモードの半導体レーザーと、溝本数が1400本/mm以上2000本/mm以下のフィードバック用グレーティングを備え、前記グレーティングにより半導体レーザーの縦モードスペクトルをロックし、前記グレーティングからの反射光を固体レーザー結晶の励起光源として用いる構成を特徴とする光発生装置。

【請求項2】縦モードスペクトルがマルチモードの半導体レーザーと、溝本数が1400本/mm以上2000本/mm以下のフィードバック用グレーティングを備え、前記グレーティングにより半導体レーザーの縦モードスペクトルをロックし、前記グレーティングからの反射光を非線形光学結晶の励起光源として用いる構成を特徴とする光発生装置。

【請求項3】上記半導体レーザーにおいて、出射端面の反射率が0.5%以上2.5%以下であることを特徴とする請求項1または2記載の光発生装置。

【請求項4】上記半導体レーザーにおいて、活性層の幅が50μm以下であることを特徴とする請求項1または2記載の光発生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高密度光ディスクシステム等に使用する半導体レーザーや半導体レーザーを励起光源とする固体レーザー及び短波長光源の高効率化及び安定化に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】半導体レーザーを励起光源として高効率波長変換によりグリーン、ブルー光源を得ることが、光ディスクの高密度記録や画像処理等で要求されている。ここで得られる出力光は横モードがガウシアンで回折限界近くまで集光でき、且つ出力が数mW程度で周波数的にも時間的にも安定であることが必要である。

【0003】半導体レーザーを光源として数十mW以上の高出力短波長光源を得るには、波長変換素子として擬位相整合（以下、QPMと記す。）方式の分極反転導波路（山本他、オプティクス・レターズ Optics Letters Vol. 16, No. 15, 1156 (1991)）を用いたり、単一縦モードスペクトルの半導体レーザーを励起光源として固体レーザーの共振器内部に波長変換素子を挿入して高調波を得る内部共振器型が有力である。ここでは非線形光学結晶としてQPM方式の分極反転導波路を例にとって説明する。

【0004】現在、QPM方式の分極反転導波路を用いて、半導体レーザーの導波路内への入射光強度35mWに対し1.1mWのブルー光が得られている。しかし、QPM分極反転導波路素子は波長許容度が0.2nmしかなく、また半導体レーザーの温度の変化に対する発振波長の揺らぎが0.2nm/℃あり、戻り光によるモードホップが1nm程度

## 2

あるため、出力は数秒しか安定しない。そのため、半導体レーザーの波長安定化が不可欠となる。

【0005】また、固体レーザーの内部共振器型を用いて、半導体レーザーのNd:YVO<sub>4</sub>への励起強度が50mWに対し3mW程度のグリーン光を得ている。しかし、レーザー材料の吸収スペクトルの半値幅はNd:YVO<sub>4</sub>の場合数nmであり、モードホップや縦モードのマルチ化は出力ノイズの原因となる。そのため、半導体レーザーの波長安定化が不可欠となる。

10 【0006】このように縦モードがシングルモードの半導体レーザーを励起光とした光発生装置においては、半導体レーザーの出射側にグレーティングを設置した半導体レーザーを励起光とした分極反転型導波路型短波長光源（概略構成図を図5）や、内部共振器型固体レーザーを用いた短波長光源（概略構成図を図6）が提案された。

【0007】概略構成図5において501は0.83μm帯の50mW級AlGaAs半導体レーザー、502はコリメートレンズ、503はλ/2板、504はN.A.=0.6のフォーカシングレンズ、505は半導体レーザーの光軸に対してθだけ傾斜して設置されたグレーティングである。グレーティング505の形状は直線形状である。半導体レーザー501の後端面506には高反射率コートが施してある。グレーティングで反射した波長830nmのレーザー光は、λ/2板503で偏向方向を回転させフォーカシングレンズ504で導波路端面507に集光され、周期3.7μmの分極反転層をもつ分極反転導波路508を伝搬した光は波長415nmに波長変換され、導波路端面509より出射される。

30 【0008】同様に概略構成図6において、601は809nm帯の60mW級AlGaAs半導体レーザー、602はコリメートレンズ、603はf=12.5mmのフォーカシングレンズ、604は半導体レーザーの光軸に対してθだけ傾斜して設置されたグレーティングである。グレーティング604の形状は直線形状である。入射角30°に対し深さ0.29μm、ピッチ0.83μmの時、回折効率は10%程度が得られ、安定な単一モード発振が得られた。半導体レーザーの端面605から放射された光はコリメートレンズ602により平行光にされグレーティング604により一部が半導体レーザーの活性層606に帰還し、残りは反射光（0次回折光）として、f=12.5mmのフォーカシングレンズ603によりNd:YVO<sub>4</sub>607の端面608に集光される。出力ミラー609とNd:YVO<sub>4</sub>の端面608で共振した基本波は非線形光学結晶610により波長変換され出力ミラー609より出射される。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】現状では単一縦モードで発振可能な半導体レーザーの出力は100mW程度であり、これらの半導体レーザーを励起光とした場合に得られるグリーンやブルー光の出力は10mW以下であ

3

る。しかしながら、光ディスクの書き込み用光源などのように10mW以上のグリーン、ブルー光源も求められている。

【0010】100mW以上の半導体レーザーは縦モードスペクトルがマルチモードであり高効率でかつ安定な出力を得ることが難しい。

【0011】本発明は以上示したような半導体レーザーと分極反転型導波路や固体レーザーを組み合わせた短波長光源の課題を克服し、高効率且つ安定な高調波出力を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、

(1) 縦モードスペクトルがマルチモードの半導体レーザーと、溝本数が1400本/mm以上2000本/mm以下のフィードバック用グレーティングを備え、前記グレーティングにより半導体レーザーの縦モードスペクトルをロックし、前記グレーティングからの反射光を固体レーザー結晶の励起光源として用いることで安定でかつ高効率な光源を得ようとするものである。

【0013】また本発明は、

(2) 縦モードスペクトルがマルチモードの半導体レーザーと、溝本数が1400本/mm以上2000本/mm以下のフィードバック用グレーティングを備え、前記グレーティングにより半導体レーザーの縦モードスペクトルをロックし、前記グレーティングからの反射光を非線形光学結晶の励起光源として用いることで安定でかつ高効率な光源を得ようとするものである。

【0014】

【作用】本発明は、縦モードがマルチモードの高出力

(100mW以上) 半導体レーザーとグレーティングを組み合わせ、グレーティングからの回折光を半導体レーザーに戻して半導体レーザーから出射する光の波長を安定化でき、また縦モードスペクトルを狭くできるため、安定でかつ高効率なグリーンやブルーの高調波光が実現されるものである。

【0015】

【実施例】本発明のマルチモード半導体レーザーとグレーティングフィードバックを備えた概略構成図を図1に示す。

【0016】図1は1は0.83μm帯の200mW級AlGaAs半導

4

体レーザー、2はN.A.=0.55のコリメートレンズ、3は半導体レーザーの光軸に対してθだけ傾斜して設置されたグレーティングである。

【0017】半導体レーザーの端面4から出射したレーザー光はN.A.=0.55のコリメートレンズ2により平行光にされグレーティング3の波長分散効果によりある特定の波長だけが半導体レーザーの端面4に集光され活性層5に光帰還して半導体レーザーの波長が安定化する。グレーティング3は、次式ピッチdを持つ直線形状であ

10

$$d = \lambda / (2 \sin \theta) \quad (1)$$

λはLDの発振波長、dはグレーティングのピッチ、θはレーザー光の光軸とグレーティングのなす角である。

【0019】このときに重要なパラメータは

(1) 半導体レーザーの端面4の反射率

(2) 半導体レーザーの活性層の厚みとグレーティングのピッチの関係

である。グレーティングによる半導体レーザーの活性層へのフィードバック量を数%程度にしたとき、端面4の

20

反射率と相対雑音強度(RIN)の関係を図2に示す。0.5%以下の反射率ではグレーティングによるフィードバック量が小さいため発振しきい値が上がってしまうため高い出力が取り出せなかった。また、フィードバック量の変化に対する出力の変化が大きかった。0.5%以上の反射率では容易に発振が起り、出力も200mW程度まで取り出すことが可能であり、そのときのRINは-150dB/Hz以下であった。しかしながら端面4の反射率が2.5%以上ではロックの状態が不安定となり、5%以上ではロックがかからなくなった。このときのRINは-115dB/Hz程度であった。この結果、半導体レーザーの出射端面4の反射率は0.5%以上2.5%以下であることが最適であることがわかる。

30

【0020】次に半導体レーザーの活性層の厚みとグレーティングのピッチの関係を示す。半導体レーザーの活性層の長さは600μm程度でありこのときの縦モード間隔は0.2nm程度である。この0.2nmに対するグレーティングの波長分散効果を(1)式を使って求める。結果を表1に示す。

【0021】

40

【表1】

ピッチ(本/mm)	分散角(rad)	モード間の 集光点の距離( $\mu\text{m}$ )	ロック 状態
1200	$1.37 \times 10$	0.59	×
1500	$1.70 \times 10$	0.74	○
1800	$2.63 \times 10$	1.14	○
2000	$3.41 \times 10$	1.48	○
2200	$4.85 \times 10$	2.10	×

グレーティングのピッチを変化させたときのフィードバック状態を表す表である。

【0022】この結果から、 $N.A. = 0.55$ のコリメートレンズ用いたときの半導体レーザーの端面5上での集光位置のとなりの縦モードとの距離を計算した。この結果も表1に示す。半導体レーザーの活性層の厚みが $1\mu\text{m}$ 程度であることを考慮して、実際に実験を行った。単一縦モードにロックされたのは、ピッチが $1400\text{本/mm}$ 以上 $2000\text{本/mm}$ 以下であった。 $2000\text{本/mm}$ 以上のグレーティングでロックがかからなかったのは、 $830\text{nm}$ 程度の波長に対してほとんど回折効率が得られないためであり、波長 $830\text{nm}$ 帯のマルチモード半導体レーザーをシングルモード化するためには、ピッチが $1400\text{本/mm}$ 以上 $2000\text{本/mm}$ 以下のグレーティングを用いなければならない。

【0023】ここでもう一つ重要なことは半導体レーザーのグレーティングからの反射光が固体レーザー結晶上や非線形光学結晶上に集光できることである。 $1\text{W}$ 級のマルチモードの半導体レーザーは活性層の幅が $50\mu\text{m}$ 以上あり、たとえ縦モードスペクトルを単一化しても高効率化が望めない。半導体レーザー励起固体レーザーにおいてLD出力 $100\text{mW}$ に対して得られた出力と活性層の幅の関係を図3に示す。活性層の幅が $50\mu\text{m}$ の半導体レーザーで励起したときに得られる出力強度は、シングルモードレーザー（活性層幅、 $4\mu\text{m}$ ）の約 $85\%$ 程度が得られたが、活性層幅が $100\mu\text{m}$ で励起した場合には得られた出力の強度は $30\%$ 程度しか得られなかった。この結果、高効率な固体レーザーの発振が得られるためには活性層の幅が $50\mu\text{m}$ 以下であることが必要である。

【0024】半導体レーザー励起固体レーザーにおいて、最適にマルチモード半導体レーザーのロックしたとき、LD出力と得られた固体レーザー出力の関係を図4に示す。ロックされていない時と比べると2倍の出力が得られることがわかる。

【0025】以上の実施例においては半導体レーザー励起固体レーザーについて説明したが、QPM方式の分極反転導波路のような非線形光学結晶による波長変換においても、上記実施例に示すグレーティングフィードバック半導体レーザーを用いると同じような効果が得られる。

【0026】

【発明の効果】本発明は、マルチモードの半導体レーザーとフィードバック用グレーティングを備えた光発生装置を励起光源として、QPM分極反転導波路などの非線形光学結晶及び固体レーザーにより安定で高出力のグリーンやブルーの短波長光源が実現されるので、出力が低ノイズで安定であることが必要とされる光ディスクや計測用の光源を実現できその実用的効果は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のマルチモード半導体レーザーとフィードバック用グレーティングを組み合わせた光発生装置の概略構成図

【図2】本発明の光発生装置の半導体レーザーの端面反射率と相対雑音強度の関係図

【図3】本発明の光発生装置の半導体レーザーの活性層の幅と出力強度の関係図

【図4】励起用マルチモード半導体レーザーのフィードバック用グレーティングが有る場合と無い場合の固体レ

7

ーザーから得られる出力強度を表す図

【図5】従来のグレーティングフィードバックを用いた半導体レーザーと分極反転型導波路の組み合わせによる短波長光源の概略構成図

【図6】従来のグレーティングフィードバックを用いた半導体レーザーと内部共振器型固体レーザーの組み合わせによる短波長光源の概略構成図

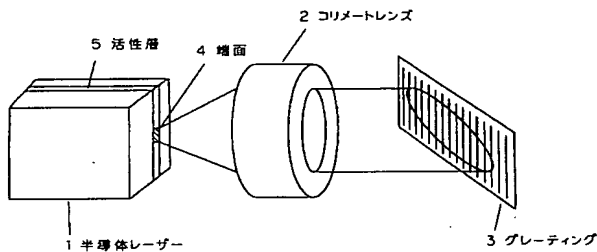
【符号の説明】

- 1 半導体レーザー
- 2 コリメートレンズ
- 3 グレーティング
- 4 端面
- 5 活性層
- 501 半導体レーザー
- 502 コリメートレンズ
- 503  $\lambda/2$

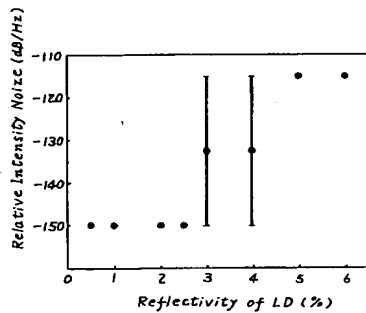
8

- 504 フォーカシングレンズ
- 505 グレーティング
- 506 端面
- 507 端面
- 508 分極反転導波路
- 509 端面
- 601 半導体レーザー
- 602 コリメートレンズ
- 603 フォーカシングレンズ
- 10 604 グレーティング
- 605 端面
- 606 活性層
- 607 Nd:YVO<sub>4</sub>
- 608 端面
- 609 出力ミラー
- 610 非線形光学結晶

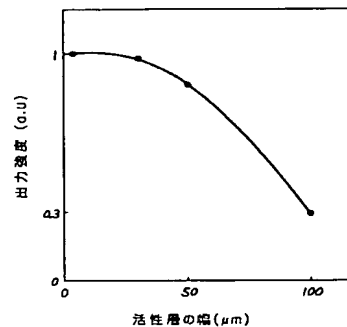
【図1】



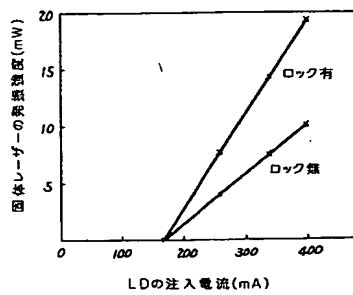
【図2】



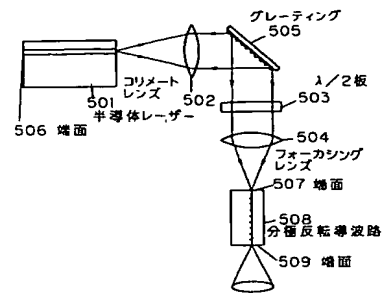
【図3】



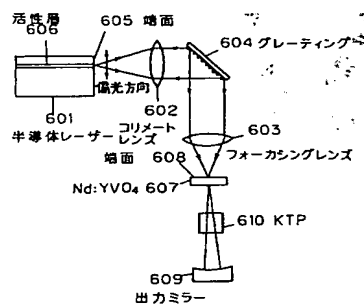
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>

H01S 3/109  
3/133

識別記号

庁内整理番号

8934-4M

F I

技術表示箇所

(72) 発明者 加藤 誠

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内